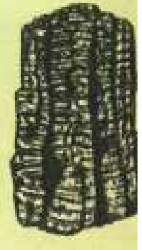
मनोविकास प्रकाशन

प्राचीन काळी मानवाला अग्नीचा शोध लागल्यापासून
आणि त्यातही अग्नी ताब्यात ठेवण्याचे ज्ञान झाल्यापासून
त्याच्या जीवनपद्धतीत मोठेच बदल घडून आले.
ज्वलनाच्या प्रक्रियेची रासायनिक माहिती देतानाच
असिमॉव्ह अग्नीच्या निरनिराळ्या प्रकारांशी आपली
रंजक पद्धतीने ओळख करून देतात.
वास्तविक अठराव्या शतकात इंग्लंडमध्ये सुरू झालेली
औद्योगिक क्रांती कोळशाच्या शोधानंतरच घडून आली
असे म्हणणे चूक ठरणार नाही.
जमिनीवर आणि जमिनीखाली सापडणारे
'काळ्या रंगाचे दगड' या प्रगतीमध्ये फारच
मोठी भूमिका बजावतात. आज ऊर्जेचे इतर स्रोत
सापडले असतानाही कोळशाचे महत्त्व
अबाधितच आहे. कोळशाच्या शोधाकडे
मानवी इतिहासातील प्रगतीचा
एक महत्वाचा टप्पा म्हणूनच पाहिले पाहिजे.

शोधांच्या कथा

कोळसा

आयझॅक आसिमॉव्ह



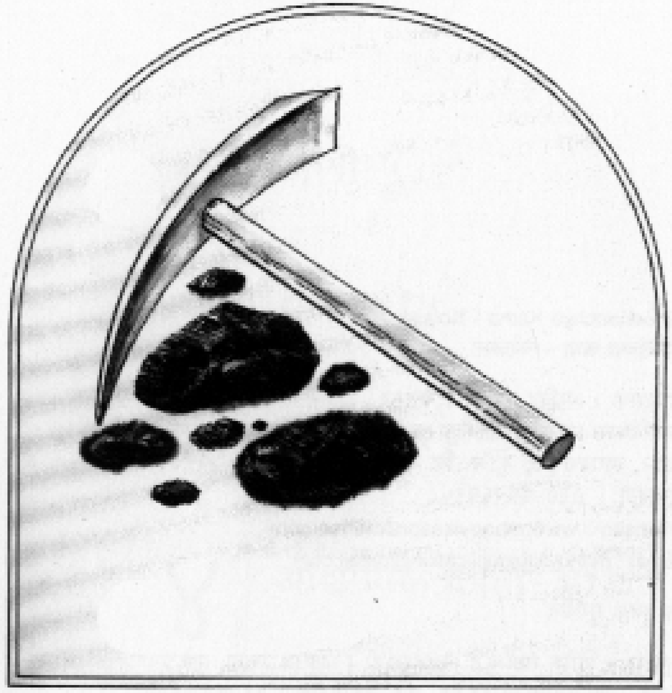
अनुवाद-सुजाता गोडबोले

शोधांच्या कथा

कोळसा

आयझॅक आसिमॉव्ह

अनुवाद : सुजाता गोडबोले



मनोविकास प्रकाशन

Shodhanchya Katha - Kolasa
शोधांच्या कथा – कोळसा

प्रकाशक । अरविंद घन:श्याम पाटकर
मनोविकास प्रकाशन, सदनिका क्र. ३/अ, चौथा मजला, शक्ती टॉवर्स,
६७२, नारायण पेठ, नू. म. वि. समोरील गल्ली, पुणे – ४११०३०.
दूरध्वनी : ०२०-६५२६२९५०
Website : www.manovikasprakashan.com
Email : manovikaspublication@gmail.com

© हक्क सुरक्षित

मुखपृष्ठ । गिरीश सहस्रबुद्धे अक्षरजुळणी । गणराज उद्योग, पुणे.
मुद्रक । बालाजी एन्टरप्रायजेस, पुणे. प्रथमावृत्ती । ११ जून २०१२
ISBN : 978-93-81636-79-4

मूल्य । रुपये ३५

अनुक्रमणिका

१ | अग्नी-५
२ | लाकूड-१५
३ | कोळसा-२२
४ | औद्योगिक क्रांती-३०
५ | कोळशाची सद्य:स्थिती व भवितव्य-४५

१ | अग्नी

प्रत्येकानेच केव्हा ना केव्हा अग्नी पाहिलेला असतो. प्रकाश व उष्णता देणाऱ्या लाल-पिवळ्या ज्वाला आपल्याला माहीत आहेत. एखादी वस्तू जळत असेल तेव्हा ज्वाला दिसतात. लाकूड, कागद किंवा कोणत्याही ज्वालाग्राही वस्तूच्या जळणातून त्या दिसतात.

एखादी वस्तू ज्वालाग्राही कशी बनते?

सर्वच वस्तू सूक्ष्मदर्शकातूनदेखील दिसणार नाहीत अशा अतिसूक्ष्म कणांच्या म्हणजे अणूंच्या बनलेल्या असतात. त्यांचे सुमारे १०० निरनिराळे प्रकार असतात. यांपैकी कर्ब म्हणजे कार्बन व हायड्रोजनचे अणू सर्वत्र सहज आढळतात.

कार्बनच्या अणूंचा प्राणवायू (ऑक्सिजन) या दुसऱ्या एका द्रव्याच्या अणूंशी संयोग होऊ शकतो. हवेत प्राणवायू असतोच आणि त्याचा कार्बनच्या अणूंशी संयोग झाला की उष्णता निर्माण होते. हायड्रोजनचाही प्राणवायूशी संयोग झाल्यावर उष्णता निर्माण होते. अणूंच्या या संयोगाने जी उष्णता (व बहुधा प्रकाशही) निर्माण होते, त्यालाच आपण ज्वलन अथवा जळणे असे म्हणतो.

लाकूड व कागद यांसारख्या ज्वालाग्राही पदार्थांत कार्बन व हायड्रोजनचे अणू मोठ्या प्रमाणावर असतात. इतर अणूंबरोबर या अणूंचा संयोग झाला की त्यांतून रेणू (मॉलिक्यूल) तयार होतात.

लाकूड व कागदाचे रेणू म्हणजे अणूंचे मोठे गटच असतात. या रेणूंपासून बनलेले घन पदार्थ थंड असताना त्यांचा प्राणवायूशी संयोग होत नाही; पण लाकूड अथवा कागद जर गरम झाले, तर मोठ्या रेणूंचे विघटन होऊन त्यांचे गरम वायूत अथवा वाफेत

रूपांतर होते. वाफेतील कार्बन व हायड्रोजनच्या अणूंचा हवेतील प्राणवायूशी संयोग होऊन त्यातून उष्णता व प्रकाश उत्पन्न होतो.

या वायूंचा प्राणवायूशी संयोग झाल्यावर त्यातून जी उष्णता व प्रकाश निर्माण होतात त्यांनाच आपण अग्नी म्हणतो.

एकदा ही वाफ जळून त्यातून उष्णता निर्माण झाली, की त्या उष्णतेने गरम होणाऱ्या जवळपासच्या वस्तूही जळू लागतात. कागदाचे एक टोक जळू लागले तर त्याने उत्पन्न होणाऱ्या धगीमुळे त्याच्या आसपासचा कागदही जळू लागेल व त्या धगीने आणखीही कागद पेट घेतील व असे होतच राहील.

एका कागदाला आग लावली असता त्यावर आणखी कागद टाकत गेलो, तर आपण टनावारी कागदही अशा प्रकारे जाळू शकतो. एखाद्या लहानशा पानाला लागलेली आग पसरत गेली तर त्याने मोठमोठी जंगलेही जळून खाक होऊ शकतात.

हे सर्व ऐकायला भीतिदायक वाटते आणि ते तसेच आहे. अग्नीपासून केव्हाही जपूनच राहायला हवे.

सुदैवाने, आग सहजासहजी लागत नाही. एखादा ज्वालाग्राही पदार्थ उच्च तापमानापर्यंत तापवला तरच प्रथम आग सुरू होईल. त्यासाठीही अगोदर अग्नी असावा लागेल.

सर्वात प्रथम अग्नी कसा निर्माण झाला? तो मानवाने सुरू केला का?

नाही. मनुष्यप्राणी अस्तित्वात येण्यापूर्वीही पृथ्वीवर आगी लागतच होत्या. ४० कोटी वर्षांपूर्वीपासून जमिनीवर वनस्पती वाढू लागल्यापासून आग लागण्याची शक्यता निर्माण झाली.

झाडांचा बराचसा भाग लाकडासारख्या पदार्थाचा असतो आणि तो ज्वालाग्राही असतो. विशेषत: काही काळ पाऊस न पडल्याने झाडे वाळली तर ती अधिकच ज्वालाग्राही बनतात. एकदा का ढग आले, की बऱ्याच वेळा त्यांच्याबरोबर विजाही येतात.

ताठ चालणारे मूल होमो इरेक्टस व जळणारी फांदी

अणूंपेक्षाही लहान असणाऱ्या इलेक्ट्रॉन नावाच्या कणांच्या प्रवाहाने विजांच्या गडगडाटातून प्रकाश व उष्णता निर्माण होते. एखाद्या झाडावर वीज पडली, तर त्या उष्णतेने त्या झाडाला आग लागू शकते. ती आग इतर झाडांमध्ये पसरून संपूर्ण जंगलाला आग लागू शकते. आग पसरण्याइतक्या अंतरावरील सर्व झाडे संपेपर्यंत ही आग जळतच राहील किंवा ती विझवण्याइतका जोरदार पाऊस आला तरच ती थांबेल.

जनावरे जर जंगलातील वणव्यात सापडली, तर तीही जळून मरतील. बहुतेक सर्व प्राण्यांना आगीची भीती वाटते आणि ते तिच्यापासून दूर पळतात. अतिप्राचीन काळातील, लाखो वर्षांपूर्वीचे मानवसदृश प्राणीही अग्नीला भीत असत आणि त्याच्यापासून दूर पळत असत.

मानवसदृश प्राणी इतर प्राण्यांपेक्षा अधिक हुशार होते आणि

वीज व वादळ

त्यांना अधिक कुतूहलही होते. (या दोन्ही गोष्टी एकत्रच असतात.)

सुमारे ५ लाख वर्षांपूर्वीचे सर्वात हुशार असणारे जे मानवसदृश प्राणी होते, त्यांना होमो इरेक्टस म्हणजे ताठ चालणारा मानव असे संबोधले जाते. हे काही आजच्या मानवाइतके हुशार नव्हते. (आधुनिक मानवाला 'होमो सॅपियन' म्हणजे 'बुद्धिवान मानव' असे नाव आहे.) तरीही जमिनीवरील इतर प्राण्यांपेक्षा हे ताठ चालणारे मानवप्राणी अधिक हुशार होते.

हा ताठ चालणारा मानव इतका हुशार होता, की अग्नीच्या भीतीपेक्षाही त्याचे त्याबाबतचे कुतूहल अधिक वरचढ ठरले असणार.

जंगलातील एखादा वणवा थांबला तरी काही थोड्या जळत्या काटक्या किंवा फांद्या जमिनीवर पडलेल्या असणारच. कदाचित ताठ चालणाऱ्यांपैकी काही मुले जवळ जाऊन या जळत्या काटक्या पाहात असतील. (लहान मुलांना मोठ्या माणसांपेक्षा नेहमीच अधिक कुतूहल असते.) एका काटकीमुळे दुसरीही पेट घेत असेल. काही वेळाने एखाद्या विशेष धीट मुलाने जवळचीच एखादी न जळणारी काटकी घेऊन जळत्या काटकीवर ठेवली असेल. मग तिनेही पेट घेतला असेल.

सुरुवातीला हा एक खेळच वाटला असेल; आणि तसा तो धोक्याचाच होता. काही मोठ्यांनी मुलांचा हा खेळ पाहिला असेल व अग्नी जर असा लहान प्रमाणात राहिला तर तो बराच आहे असे त्यांना वाटले असेल.

समजा, केव्हाही थोडासाच ज्वालाग्राही पदार्थ किंवा जळण अग्नीत घातले आणि जळू शकतील अशा इतर सर्व वस्तू त्यापासून दूर ठेवल्या, तर ती आग लहानच राहील. ती पसरणार नाही आणि धोकादायकही बनणार नाही.

अशा लहानशा आगीपासून प्रकाश आणि ऊब मिळू शकेल. इतर मोठ्या व हिंस्र जनावरांना अग्नीची भीती वाटते म्हणून तेही

त्यापासून दूरच राहतील. उघड्यावर झोपण्यापेक्षा अशा एखाद्या शेकोटीजवळ झोपणे त्यादृष्टीनेदेखील अधिक सुरक्षित वाटत असेल.

हा केवळ एक अंदाज बांधला आहे असे नाही. उत्तर चीनमधील गुहांमध्ये या ताठ चालणाऱ्या मानवाच्या ५ लाख वर्षांपूर्वीच्या हाडांचे अवशेष सापडले आहेत, त्यांच्याजवळच शेकोट्यांचेही अवशेष मिळाले होते.

फक्त ताठ चालणारे मानव आणि त्यानंतर आलेले त्यांहून हुशार असणारे आजकालचे मानव, हेच अग्नीवर ताबा ठेवू शकले. हजारो वर्षांपूर्वीपासूनच्या मानवांना अग्नीचा उपयोग माहीत होता; परंतु कितीही हुशार असणाऱ्या इतर कोणत्याच प्राण्याला अग्नी ताब्यात ठेवता आलेला नाही.

कालांतराने अग्नीचे अनेक निरनिराळे उपयोग त्याने शोधून काढले.

उदाहरणार्थ, अग्नीवर गरम केलेले मांस चावायला सोपे जाते आणि त्याची चवही अधिक चांगली लागते, असा त्याला शोध लागला. (कदाचित हे योगायोगाने घडले असेल.) असे शिजवलेले अन्न खाणे सुरक्षितही होते. प्राचीन मानवाला जरी माहीत नसले, तरी उष्णतेमुळे अन्नातील जंतू मारले जातात.

मऊ चिखलापासून बनवलेली भांडी भाजल्यावर कणखर बनतात, असाही शोध त्यानंतरच्या काळात लागला. इतर धातुमिश्रित वाळू अग्नीत वितळल्यास त्यापासून काच तयार होते. खनिजे असणाऱ्या दगडांना खूप उष्णता देऊन तापवल्यास त्यांच्यापासून तांबे, कथिल व लोखंड असे धातूही मिळतात.

अर्थात, आगीचे काही धोकेही होतेच. ती अपघाताने पसरू शकते. घरे, अन्नधान्य, इतकेच काय, पण माणसेही यात जळून जातात. ती जरी पसरली नाही, तरी यातून येणाऱ्या धुराने सर्वत्र वास व घाण पसरे आणि लोकांना खोकलाही येऊ लागे. शिवाय

यातून खूप मोठ्या प्रमाणावर राख मागे राही.

अर्थात, अग्नीच्या तोट्यांपेक्षा तिचे फायदे कितीतरी अधिक होते. लोकांनी अग्नीचा वापर चालूच ठेवला आणि ती पसरणार नाही यासाठी ते शक्य तितकी काळजी घेत राहिले. जेव्हा ते अग्नीचा वापर घरात करू लागले, तेव्हा धूर बाहेर जाण्यासाठी ते धुराडी बांधू लागले. राख गोळा करून ती दूर नेऊन टाकण्यास त्यांनी सुरुवात केली.

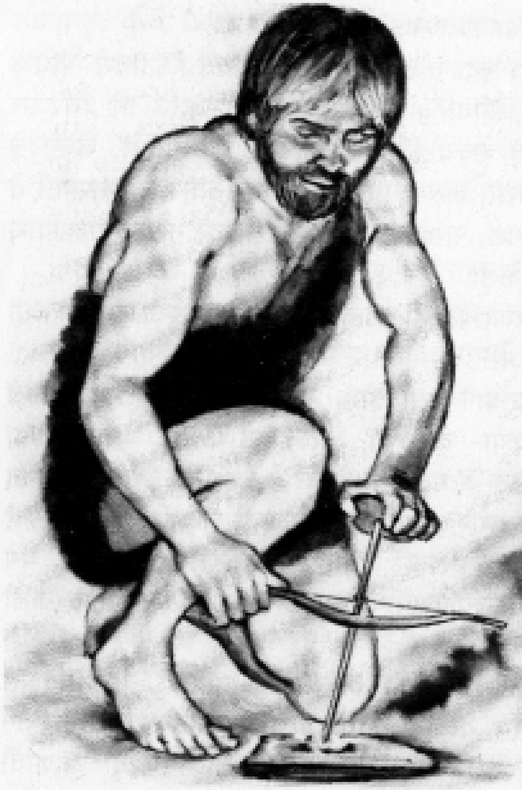
आग पसरण्यापेक्षाही आगीची दुसरी समस्या म्हणजे, ती विझूनही जात असे.

प्रत्येक कुटुंबाने असे होऊ नये म्हणून बरेच प्रयत्न केले असणार. काटक्या- कुटक्या, वाळलेल्या फांद्या, पालापाचोळा वगैरे गोळा करून आग पेटती ठेवणे हे बहुधा कुटुंबातील लहान मुलांचे काम असणार. काही वेळा एखादी जळती फांदी नेऊन, जवळपास आणखी एखादी आगही सुरू केली जात असेल. मग पहिली आग विझल्यावर तेथील राख गोळा करून साफ केली जात असेल.

तरीही एखाद्या वेळी अपघाताने एखादी आग विझत असणारच. अशा वेळी शेजारच्या घरात नाहीतर जवळच्या- किंवा दूरच्यादेखील- गावात जाऊन पेटलेली फांदी आणावी लागत असेल. काही फांद्यांना आग लावल्यावर त्या एखाद्या भांड्यात घालूनही घरी आणत असतील व त्यापासून नव्याने अग्नी सुरू करत असतील.

पण समजा, एखाद्याकडची आग विझली आणि जवळपास कुठेच दुसरा अग्नी नसेल तर? मग काय करणार? एखादी वीज पडण्याची किंवा जंगलात वणवा लागण्याची वाट पाहायची का?

वीज पडण्याखेरीज किंवा दुसऱ्या एखाद्या अग्नीद्वारेच नवीन आग पेटवण्याखेरीज दुसरा एखादा मार्ग सापडेपर्यंत अग्नीचा वापर



अग्नी निर्माण करणारा आदिमानव

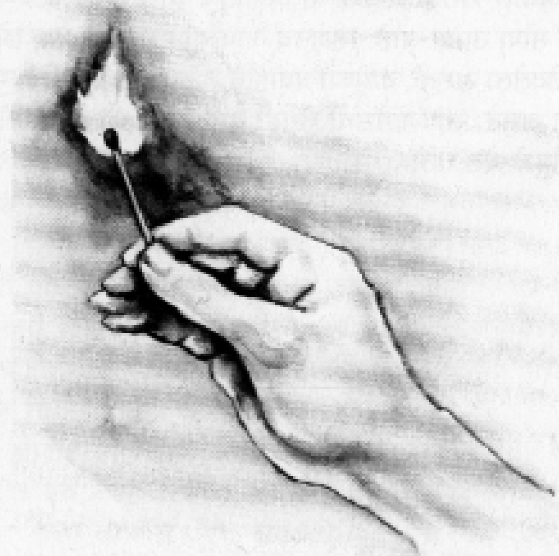
फारसा समाधानकारक नव्हता. बहुधा ९,००० वर्षांपूर्वीपर्यंत ते त्यांना माहीत नसावे.

कदाचित हेदेखील योगायोगानेच घडले असावे. मानवाने दगडापासून शस्त्रे बनवण्यास सुरुवात केली. शस्त्रांना योग्य तो आकार देण्यासाठी ते दगड एकमेकांवर आपटून त्यांचे छोटे छोटे

तुकडे काढून टाकत असणार. दगडांच्या अशा घर्षणाने ते तापत असणार. कधीतरी या छोट्या ठिकऱ्या खूप गरम झाल्याने त्यांच्यातून ठिणगी पडली असेल किंवा उजेडही पडला असेल.

एखादी ठिणगी ज्वालाग्राही पदार्थावर पडून नव्याने आग सुरू झाली असेल. कालांतराने दगड एकमेकांवर घासून त्या ठिणग्या वाळलेल्या पालापाचोळा अथवा काटक्यांवर पाडून त्यांना कशी आग लावायची हे लोकांना कळून चुकले असेल. मग जवळपास अग्नी नसतानादेखील ते नव्याने तो निर्माण करू शकले असतील.

दुसऱ्या एखाद्या फांदीतील भोकात एखादी टोकदार फांदी जोरात फिरवणे हाही आणखी एक मार्ग असू शकेल. या घर्षणाने



दोन्ही फांद्या तापून त्या भोकातील ज्वालाग्राही द्रव्य पेट घेत असेल.

अर्थात, हे दोन्ही मार्ग तसे सोपे नव्हतेच; पण अग्नी मिळवणे इतके महत्त्वाचे होते, की त्यासाठी कष्ट घेणे भागच होते.

आधुनिक काळात ही पद्धत आपण सोपी केली आहे. सिगारेट लायटरमध्ये धातूचे एक चाक फ्लिंट नावाच्या एका दगडावर घासले जाते. त्यातून निघणाऱ्या ठिणग्यांमुळे ज्वालाग्राही वाफ पेट घेते.

लाकूड एकमेकांवर घासण्याच्या घर्षणातूनही आपण अग्नी मिळवतो. आजकाल आपण लाकडाच्या तुकड्याला ज्वालाग्राही रसायनाचा थर देतो, म्हणजे त्याचे तापमान थोडेसे वाढले की चटकन आग लागते. ही झाली आपली काडेपेटीची काडी.

अर्थात, तरीही जळणाऱ्या अग्नीतून दुसरा अग्नी पेटवणे हाच सर्वांत सोपा उपाय आहे. म्हणूनच आपल्या शेगड्यांत एक छोटासा दिवा ठेवलेला असतो. वायूच्या प्रवाहाने जळत ठेवलेली ही चिमुकली ज्वाला असते. आपण गॅसची शेगडी सुरू केली, की येणारा गॅस या ज्योतीमुळे पेट घेतो.

२ लाकूड

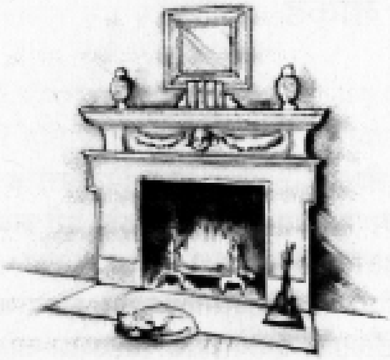
एकदा लोकांनी अग्नीवर ताबा मिळवला व तो विझल्यास पुन्हा सुरू करण्याचे मार्ग शोधून काढले, तरी जळणाची समस्या शिल्लक राहिलीच.

सुरुवातीला तरी मानवासाठी उत्तम जळण म्हणजे लाकूडच होते. वाळवंटे आणि ध्रुवीय प्रदेश सोडल्यास लाकूड सामान्यत: सर्वत्र उपलब्ध असते हे सर्वांत महत्त्वाचे. एकदा वाळले की ते सहज जळते आणि तेही संथपणे. याच्या आगीतून बराचसा प्रकाश व उष्णताही मिळते. विशेष बाब म्हणजे, माणूस लाकूड खात नाही, त्यामुळे लाकूड जळणासाठी वापरावे की अन्न म्हणून, हा प्रश्न निर्माण होत नाही.

लाकडाची एखादी मोठी रास जळत असेल, तर बाहेरच्या बाजूचे कार्बन व हायड्रोजनचे अणू यांचा हवेतील प्राणवायूशी सहजपणे संयोग होतो; परंतु हवा राशीच्या केंद्रस्थानी जाऊ शकत नाही.

राशीच्या मध्यभागी असलेले लाकूड गरम होते व त्याच्या रेणूंची वाफ होते, पण तेथे पुरेसा प्राणवायू नसतो. जो थोडासा प्राणवायू मध्यभागी येऊ शकतो, त्याचा हायड्रोजनच्या अणूंशी संयोग होतो. कार्बनच्या अणूंपेक्षा हायड्रोजनच्या अणूंचा प्राणवायूशी सहज संयोग होतो.

लाकडाच्या राशीच्या मध्यभागी जे द्रव्य जमते, त्यातील बहुतेक सर्व अणू कार्बनचे असतात. फक्त कार्बनचे अणू एकत्र येतात तेव्हा त्यापासून एक प्रकारचे काळसर रंगाचे द्रव्य बनते. राख सहसा पांढऱ्या रंगाची असते, म्हणून ही निश्चितच राख नाही.



लाकडाची शेकोटी

एखादी काटकी जळतानादेखील हे दिसून येते. जर आग विझवली, तर ज्या ठिकाणी आग होती तो भाग काळा दिसतो. हायड्रोजनच्या अणूंचा प्रथम प्राणवायूशी संयोग होऊन केवळ कार्बनचे अणूच मागे उरतात. अशा काटकीला आपण जळालेली काटकी म्हणतो.

लाकडाच्या राशीची आग विझल्यावर मध्यभागी जे काळे द्रव्य उरते त्यालाच आपण जळके लाकूड म्हणतो.

हे जळके लाकूड जर आगीत टाकले, तर यातील कार्बनचे अणू जळतील. या कार्बनच्या अणूंना अखेर प्राणवायूशी संयोग होण्याची संधी मिळेल. कार्बनचे अणू एकटे असताना त्यातून वाफ निघत नाही, म्हणून त्यातून ज्वाळा बाहेर येताना दिसणार नाहीत. जळक्या लाकडाचे हे तुकडे फक्त लाल गरम होतात आणि संथपणे त्यांची राख होते. यातून मिळणाऱ्या मंद प्रकाशाला इंग्रजीत 'कोल' म्हणतात. हे जळके द्रव्य अशा प्रकारे जळते म्हणून त्याला इंग्रजीत 'चारकोल' असे नाव मिळाले. मराठीत याला आपण 'कोळसा' म्हणतो.

जळके लाकूड

लाकडापेक्षा कोळशात काही फायदेशीर गुणधर्म आहेत. कोळसा लाकडापेक्षा संथ गतीने जळतो व त्यातून अधिक उष्णता मिळते. काही प्रकारच्या स्वयंपाकासाठी याचा लाकडापेक्षा अधिक उपयोग होतो.

शिवाय कोळशात जवळजवळ सर्व अणू कार्बनचेच असतात आणि धातूंशी संयोग झालेल्या प्राणवायूंच्या अणूंशीदेखील यांचा संयोग होऊ शकतो.

खनिजद्रव्ये ही धातू व प्राणवायूच्या अणूंची संयुगे असतात. कार्बनचे अणू या खनिजातील प्राणवायू काढून घेतात तेव्हा शुद्ध धातू मागे उरतो. कोळसा जळताना जे उच्च तापमान गाठले जाते त्याने हे शक्य होते. खनिजांपासून शुद्ध धातू, विशेषत: लोखंड, मिळवण्यासाठी कोळसा फारच महत्त्वाचा आहे.

अर्थात, कोळशातून वाफ बनत नसल्याने त्यातून फारसा प्रकाश मिळत नाही. रात्री काही पाहायचे असल्यास कोळशाचा विशेष उपयोग होणार नाही. त्यासाठी लाकूड पेटवणेच गरजेचे ठरेल.

कोळशाचे इतके फायदे होते, की लोकांनी मुद्दाम तो बनवण्यास सुरुवात केली. लाकडाची एक मोठी शेकोटी पेटवून त्यावर ते माती टाकत असत, जेणेकरून जळणासाठी पुरेसा प्राणवायू मिळणार नाही.

अर्थात, कोळसा मिळवण्यासाठी बरेचसे लाकूड जाळावे लागत असे. अनेक किलो लाकूड जाळल्यावर एक किलो कोळसा मिळतो.

सुरुवातीच्या काळात लोकांना ही काही समस्या वाटत नसे. सगळीकडे भरपूर झाडे होती. म्हणून कितीही लाकूड जाळले तरी काहीच फरक पडत नसे. आणखी भरपूर लाकूड उपलब्ध होते.

काही प्रकारच्या लाकडाच्या जळणातून इतरांपेक्षा अधिक प्रकाश मिळत असे. काही प्रकारांतून डिंकासारखा एक मऊसर पदार्थ मिळत असे. असे लाकूड जळताना अधिक प्रकाश मिळे, म्हणून रात्रीच्या वेळी पाहण्यासाठी त्यांचा जास्त उपयोग होत असे. पाइन व देवदार या सदाहरित झाडांचे लाकूड भरपूर प्रकाश देत असे, म्हणून मशालींसाठी त्याचा वापर होत असे.

लाकडाखेरीज इतरही ज्वालाग्राही द्रव्ये होती. काही वनस्पती व प्राण्यांपासून तेल मिळत असे व तेही ज्वालाग्राही होते. लाकडाचे ओंडके तेलात बुडवून ठेवल्यास त्यांच्या ज्वालातून अधिक प्रकाश मिळत असे. किंवा जळण म्हणून केवळ तेलही वापरता येत असे. मातीच्या भांड्यात अथवा दगडाच्या खोलगट भागात तेल ठेवून त्यात वात ठेवता येत असे. तेलात भिजलेल्या वातीचे एक टोक बाहेर काढलेले असे. ते टोक पेटवले जाई. त्या टोकाचे तेल संथ गतीने जळत राही. ते जळले की आणखी तेल वातीत येऊन जळत राही.

तेल भरलेल्या अशा साधनाला आपण दिवा म्हणतो. सुमारे ७०,००० वर्षांपूर्वी साध्या स्वरूपातील अशा प्रकारे जळणारे दिवे अस्तित्वात असावेत असा अंदाज आहे.

काही दृष्टींनी लाकडाच्या शेकोटीपेक्षा तेलाचा दिवा अधिक

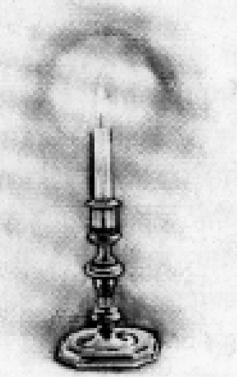
सोयीचा आहे. दिवा उचलून हवा तेथे घेऊन जाता येतो. तो गरजेप्रमाणे हवा तेथे ठेवून त्याच्या उजेडात आपले काम करता येते किंवा वाचता येते. लाकडाची शेकोटी अशी सोबत घेऊन फिरता येत नाही.

अर्थात, अपघाताने दिवा लवंडू शकतो आणि त्यातील तेलाने एखादी फार मोठी आग लागू शकते.

तसेच घन स्वरूपातील चरबीदेखील ज्वालाग्राही आहे. शिवाय मधमाशांच्या पोळ्यातून मिळते तशा प्रकारचे मेणही आहे.

चरबी किंवा मेण असेल तर दिव्याचीही गरज भासत नाही. हा घन पदार्थ थोडासा तापवून वितळवता येतो. वातीभोवती वितळलेल्या चरबीचे किंवा मेणाचे थर जमवता येतात. हे थर थंड झाले की घट्ट होतात. असे अधिकाधिक जाड थर बनवता येतात व अखेर मध्यभागी वात असलेले एक मोठेच नळकांडे तयार होते. ही झाली मेणबत्ती. सुमारे ५,००० वर्षांपूर्वी मेणबत्ती प्रथम बनवण्यात आली.

आपल्याबरोबर नेण्यासाठी मेणबत्ती तर दिव्यापेक्षाही अधिक सोयीची आहे, कारण ती सांडत नाही.



मेण, चरबी आणि तेल जरी कितीही उपयुक्त असले, तरी ते लाकडाप्रमाणे सगळीकडे सहज उपलब्ध होत नाही. प्राचीन काळी जर एखादी मोठी शेकोटी पेटवायची असेल, तर त्यासाठी भला थोरला मेणाचा किंवा चरबीचा साठा अथवा अनेक लिटर तेल मिळणे शक्य नव्हते. त्यासाठी मिळतील तेवढी मधमाशांची पोळी गोळा करणे, ऑलिव्हचा रस काढणे किंवा कोंबड्या व इतर प्राण्यांमधील चरबी वितळवून घेणे, यासाठी फारच कष्ट पडले असते.

हे सर्व करण्यासाठी जेवढा वेळ लागला असता तेवढ्या वेळात हवी तेवढी झाडे तोडून त्यांच्या ढलप्या जळणासाठी कापणे सहज शक्य होते.

याच कारणाने, आधुनिक काळापर्यंत मनुष्यप्राणी जळणासाठी प्रामुख्याने लाकूडच वापरत असे. जगाच्या काही भागात आजही सरपण म्हणून लाकडाचाच मुख्यत्वे उपयोग केला जातो. अमेरिकेतदेखील ग्रामीण भागात आणि कधी कधी शहरातदेखील घरे उबदार ठेवण्यासाठी व स्वयंपाकासाठी लाकडाचा वापर होतो.

लाकूड हे केवळ उत्तम सरपणच नाही, तर अनेक दृष्टींनी तो एक वैशिष्ट्यपूर्ण पदार्थ आहे. लाकूड मजबूत असते; ते दीर्घकाळ टिकते; दिसायला सुंदर असते; कापून त्याला कोणताही आकार देता येतो; गुळगुळीत करून त्याला मेणही लावता येते.

म्हणूनच घरे अथवा जहाजे बांधण्यासाठी किंवा हजारो प्रकारच्या लाकडी वस्तू बनवण्यासाठी त्याचा उपयोग होऊ शकतो.

आधुनिक काळात कागद बनवण्यासाठी लाकूड हा सर्वात स्वस्त 'कच्चा माल' आहे असे लक्षात आले. कागदाचे तर हजारो उपयोग आहेत. मी ज्यावर लिहीत आहे तो आणि तुम्ही जे पुस्तक वाचत आहात त्याचा कागदही एके काळी झाडाचाच एक भाग होता.

अनंत काळापासून अनेक गोष्टींसाठी मनुष्यप्राणी झाडांवर व लाकडावर अवलंबून आहे.

जंगल

३ | कोळसा

अग्नीच्या वापराने (आणि त्यामुळे जी इतर प्रगती होऊ शकली त्यामुळेही) आयुष्य पुष्कळच सुखावह झाले. जन्माला आलेले अधिकाधिक लोक जिवंत राहू लागले म्हणून लोकसंख्याही वाढत गेली.

लोक जितके अधिक झाले, तेवढी सरपणासाठी, घरे व जहाजे बांधण्यासाठी तसेच लाकडी साहित्य बनवण्यासाठीही लाकडाची गरज वाढली. शतकानुशतके अशा तऱ्हेने लाकडाचा वापर वाढतच गेला.

लोकांनीही त्याचा फारसा विचार केला नाही. कधीही न संपणारा झाडांचा साठा आहे असेच सर्वांना वाटे, कारण नवी झाडे सारखी वाढतच होती. जगातील जंगले ही परीकथेतल्या गोष्टींमधील जादूच्या घड्याप्रमाणेच आहेत असे लोकांना वाटत असणार. यातून कितीही दूध ओतले तरी घडा नेहमी भरलेलाच!

पण वास्तव काही परीकथेसारखे नसते. झाडे फक्त एका मर्यादेपर्यंतच वाढू शकतात. दरवर्षी काही ठरावीक इतकेच लाकूड तयार होते. अखेर अधिकाधिक लोक जितके अधिकाधिक लाकूड वापरत गेले तेव्हा अशी एक वेळ आली, की दरवर्षी जितके लाकूड तयार होत होते त्याहून अधिक लाकूड दरवर्षी वापरून संपुष्टात येत होते.

जेव्हा ही वेळ आली, तेव्हा जंगले नाहीशी होऊ लागली. लाकडाची कमतरता भासू लागली. ज्या ठिकाणी अनेक शतकांपासून संस्कृती अस्तित्वात होत्या अशा ठिकाणी तर लाकडाची कमतरता इतकी वाढली, की त्यांना लाकूड आयात करणे भाग पडू लागले.

यामुळे लाकूड मिळणे अधिकच कठीण व महाग झाले. दुसरे एखादे सहज उपलब्ध असणारे व स्वस्तात मिळणारे सरपण असते तर बरे झाले असते, असे अनेक लोकांना वाटू लागले असणार.

वास्तविक, असे दुसरे सरपण अस्तित्वात होते. अनेक दृष्टींनी ते लाकडासारखेच होते. खरे म्हणजे, हे पूर्वी लाकूडच होते व फार फार प्राचीन काळी जंगलातच होते.

या प्राचीन काळातील जंगलात आज आपल्या जंगलात आहेत तशी झाडे नव्हती, तर आता अस्तित्वात नसणाऱ्या प्रकारची झाडे होती. हॉर्सटेल्स, क्लबमॉसेस, प्रचंड फर्न अशा प्रकारची ही झाडे होती.

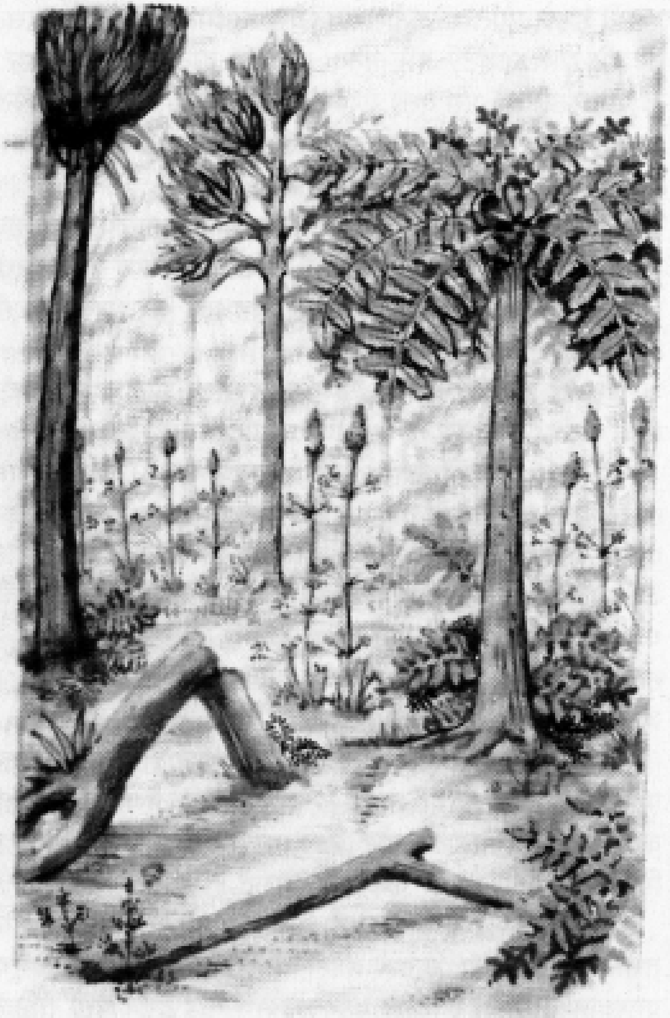
सुमारे ३४ कोटी ५० लक्ष वर्षांपासून ते १० कोटी वर्षांपूर्वीपर्यंत यांची प्रचंड जंगले सपाट व पाणथळ प्रदेशात वाढत होती.

निसर्गतः झाडांचे काही ठरावीक आयुष्य असते आणि त्यानंतर ती मरतात. काही वेळा वीज पडल्याने झाडे मरतात किंवा वादळ-पावसाने किंवा मोठ्या प्राण्यांमुळेही उन्मळून पडतात. जंगलातील वणव्यात ती जळून जाऊ शकतात किंवा म्हातारपणाने वाढायची थांबतात. अशा वेळी त्यांना हवा मिळाली की त्यातील कार्बन व हायड्रोजनच्या अणूंचा संथ गतीने प्राणवायूशी संयोग होतो व अखेर त्या वृक्षांचा संपूर्ण नाश होतो.

पाणथळ जागेत वाढलेली झाडे उथळ पाण्यात किंवा चिखलात पडतात, म्हणून त्यांचा संपूर्ण विनाश होणे कठीणच असते. ती काही अंशी कुजतात; पण पडलेल्या झाडांना पुरेशी हवा न मिळाल्याने प्राणवायूची कमतरता भासते.

पुरेसा प्राणवायू न मिळाल्याने जळणाऱ्या लाकडाचे जे होते तसेच या पडलेल्या झाडांबाबतही घडले. हायड्रोजनच्या अणूंचा प्राणवायूशी संयोग झाला व कार्बनचे अणू मात्र तसेच मागे राहिले.

पडलेल्या झाडांपासून हळूहळू कोळशाचे गुणधर्म असणारा



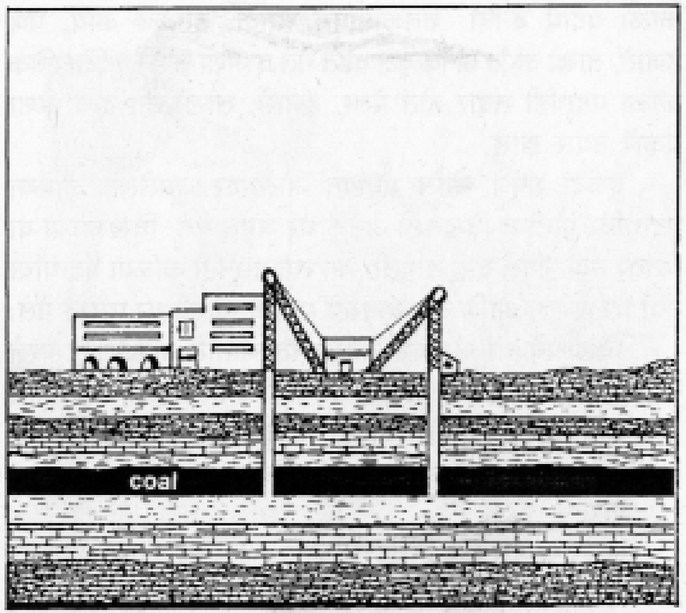
कोळसा तयार करणारे जंगल

काळा पदार्थ बनतो. शतकांमागून शतके; इतकेच काय, पण हजारो, लाखो वर्षांत अनेक वृक्ष पडत गेले व अशा तऱ्हेने अधिकाधिक काळा पदार्थही तयार होत गेला. हजारो, लाखो टन द्रव्य अशा प्रकारे तयार झाले.

एकदा संपूर्ण जंगल संपुष्टात आल्यावर जमलेल्या काळ्या पदार्थावर माती व चिखलाचे अनेक थर जमत गेले. चिखलांच्या या थरांवर नवी जंगले वाढू लागली. मग त्यापासूनही काळ्या पदार्थाचा नवा थर जमला आणि त्याच्यावरही मातीचे नवनवे थर पसरत गेले.

चिखलाचे थर जसजसे जाड बनत जातात व खोलवर पुरले जातात तसे त्याच्या वजनाने त्यातील पाणी बाहेर पडते. चिखलातील वाळू व माती एकत्र दाबली जाऊन त्यांचे खडक तयार होतात. या खडकांच्या वजनाने काळा पदार्थही एकत्र दाबला जातो.

कोळशातील फर्नच्या पानाचा ठसा

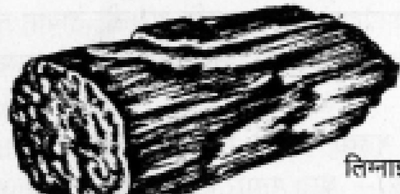


कोळशाची खाण

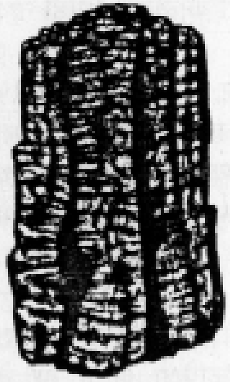
माणसांनी तयार केलेला, नेहमीचा कोळसा वजनाने हलका व भुसभुशीत असतो. झाडांच्या कुजण्याने बनलेले काळे द्रव्य इतक्या दबावाखाली बनलेले असल्याने ते बरेच जड, घन आणि कठीण बनलेले असते. ते फारसे कोळशासारखे दिसतही नाही. तेही जळते व उष्णता देते, म्हणून तोही एक प्रकारचा कोळसाच आहे. अखेर लोक त्यालाही कोळसाच म्हणू लागले.

आजदेखील कोळसा बनतच आहे. दलदलीच्या पाणथळ जागा आजही आहेत. झाडपाल्याचे कुजत असलेले द्रव्य तेथून खणून काढून जळणासाठी वापरले जाते. या वाळक्या द्रव्याला इंग्रजीत 'पीट' असे म्हणतात.

यातील काही हायड्रोजन अगोदरच निघून गेल्यामुळे यात



लिग्नाइट



बिट्युमिन
कोळसा
(डांबरी
कोळसा)

अँथ्रसाइट
(दगडी कोळसा)

ताज्या लाकडापेक्षा अधिक कार्बन असतो. ताज्या लाकडात सुमारे ५० टक्के कार्बन असतो, तर पीटमध्ये तो सुमारे ६० टक्के असतो.

याच्या पुढची पायरी म्हणजे 'लिग्नाइट' - एक प्रकारचा दगडी कोळसा - यात सुमारे ७० टक्के कार्बन असतो.

त्यानंतर ज्या प्रकारचा कोळसा येतो त्यात सुमारे ८५ टक्के कार्बन असतो. हवा लागू न देता व पेटणार नाही अशा रीतीने जर हा कोळसा तापवला, तर कार्बन नसणारे १५ टक्के द्रव्य थोड्याशा कार्बनबरोबर बाहेर टाकले जाते. बाहेर पडलेले द्रव्य म्हणजे काळ्या रंगाचे डांबर. म्हणून या कोळशाला 'डांबरी कोळसा' असेही नाव आहे.

अखेर कोळशाचा एक असाही प्रकार आहे, की ज्यात ९५ टक्के तरी कार्बनच असतो. हा जळताना त्यातून गरम लाल रंगाचा प्रकाश दिसतो व हा विस्तव कोळशाच्या विस्तवाप्रमाणेच दिसतो. विस्तवाला ग्रीक भाषेत 'अँथ्रॅक्स' म्हणतात, त्यावरून या कोळशाचे नाव पडले 'अँथ्रसाइट कोळसा'. मराठीत सामान्यत: आपण यालाही दगडी कोळसाच म्हणतो.

कोळसा अतिशय संथ गतीने बनतो. दलदलीच्या भागात मोठाली जंगले असण्याच्या पूर्वीच्या काळापेक्षा आता तर ते अतिशयच संथ गतीने घडते. त्यामुळे जगातील कोळशात पीट व लिग्नाइटचे प्रमाण अगदीच थोडे आहे. अँथ्रसाइट तऱ्हेचा दगडी कोळसा, ज्या ठिकाणी पूर्वी खूप मोठा दाब होता अशा काही थोड्या ठिकाणीच मिळतो. त्याचेही जगातील प्रमाण कमीच आहे.

बहुतेक कोळसा डांबरी कोळसा या प्रकारचाच आहे व जमिनीखालील त्याचे प्रमाण मात्र खूपच मोठे आहे. पृथ्वीत निरनिराळ्या ठिकाणी मिळून तो ८,००० अब्ज (८ ट्रिलियन) टनापर्यंत असू शकेल.

कोळसा जोपर्यंत जमिनीखाली असतो तोपर्यंत त्याचे अस्तित्व लोकांना समजत नाही; पण लक्षावधी वर्षांच्या काळात जमिनीतही अनेक बदल होतात.

अत्यंत संथ गतीने आपल्या पायाखालील जमिनीतील खडक आपली जागा बदलतात. हे आपल्या नजरेसमोर घडत नाही. ते होताना आपल्याला दिसतही नाही; परंतु लाखो वर्षांच्या काळात ते घडतच असते.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या सर्वात वरच्या थरातील खडक अनेक कारणांनी एकमेकांकडे ढकलले जात असतात किंवा दूर टाकले जात असतात. जमिनीचे काही भाग वर ढकलले जाऊन त्यामधून नवे पर्वत तयार होतात; तर इतर भाग खाली गाडले जातात.

जमिनीखालील कोळशाचे थरदेखील वर येऊन वळतात आणि लाखो वर्षांच्या काळात काही थर पूर्वीपेक्षाही अधिक खोल जातात. इतर काही थर जमिनीच्या जवळ येतात. काही थर तर पृष्ठभागावरच येतात आणि कोळसा इतस्तत: पसरलेला दिसू लागतो.

हजारो वर्षांपर्यंत कुणी या कोळशांच्या राशींकडे लक्षही दिले नाही. ते काळ्या रंगाच्या दगडांसारखेच दिसत होते. मुले जशी इतर दगडांशी खेळतात तशीच कधीतरी या दगडांशीही खेळली असतील, इतकेच. हा काळा दगड काही आयुधे बनवण्यासाठी उपयोगाचा नव्हता, म्हणून मोठ्यांना त्यात स्वारस्य नव्हते.

४ | औद्योगिक क्रांती

कोळसा जळेल की नाही हे सांगणे तितकेसे सोपे नव्हते, ही त्यातील मुख्य अडचण होती. एखादा पदार्थ ज्वालाग्राही असूनही चटकन पेट घेत नाही. एखादा पदार्थ चटकन जळेल की नाही हे त्या पदार्थाच्या परिस्थितीवर अवलंबून असते.

एखाद्या ज्वालाग्राही पदार्थाला हवेचा जितक्या निरनिराळ्या ठिकाणी संपर्क होईल तितका तो पदार्थ सहज जळू शकेल. लाकडाचा एखादा मोठा ओंडका पेटायला वेळ लागेल, पण त्याच ओंडक्याचे लहान लहान तुकडे केले, तर त्या सर्व ढलप्यांचा हवेशी संपर्क होईल. मोठ्या ओंडक्यापेक्षा या ढलप्या पेटवणे खूपच सोपे होईल. लाकडाचा भुगा तर आणखीच सहजपणे जाळता येईल.

कार्बनच्या अणूंपेक्षा लाकडातील हायड्रोजनचे अणू चटकन पेट घेतात. सरपणात कार्बनचे अणू जितके अधिक असतील तितका ते जळू लागण्यास अधिक वेळ लागतो; पण त्याने एकदा पेट घेतला की मग मात्र ते जळतच राहील.

कोळसा म्हणजे जवळजवळ सर्व कार्बन असल्याने लाकडाच्या एखाद्या ढलपीपेक्षा तो जळू लागण्यास बराच वेळ लागतो. कोळशाची शेगडी कशी पेटवतात हे तुम्ही कधी पाहिले आहे का? कोळसा पेटवण्यासाठी प्रथम कागद जाळतात, नाहीतर एखादे ज्वालाग्राही तेल त्यावर शिंपडतात.

निदान साध्या कोळशात छिद्रे तरी असतात. दिसणार नाहीत इतकी ती सूक्ष्म असतात; पण हवा त्यात शिरू शकते, म्हणजे ती कोळशाच्या आत पोहोचू शकते. पण दगडी कोळसा त्याहून

अधिक कठीण असतो व त्याला इतकी छिद्रेही नसतात. त्यामुळे तो पेटवणे अधिकच कष्टाचे व कठीण ठरते.

अर्थात, तरीही कधीतरी दगडी कोळसाही पेटवता येतोच. कदाचित एखाद्या शेकोटीत योगायोगाने एखादा दगडी कोळसा पडला असेल किंवा कदाचित शेकोटी पेटवण्याच्या जागी तो आधीपासूनच पडलेला असेल.

नंतर शेकोटी विझल्यावर राखेत एखादा जळणारा काळा दगड कोणाला तरी दिसला असेल. आजूबाजूचे सर्व थंड झाले तरी हा निखारा गरमच राहतो. हा काळा दगड पेटलेलाच असतो, कारण एखादी फांदी किंवा पालापाचोळा यावर पडला, तर तो लगेच पेट घेतो.

असे बरेच वेळा झाले असेल; आणि हे काहीतरी विचित्रच आहे असेच लोकांना वाटले असणार. त्यानंतर ते हे विसरूनही गेले असतील. नंतर केव्हातरी कोणीतरी हे जळणारे काळे दगड शोधायला सुरुवात केली असेल. ते संथ गतीने जळतात, उष्णताही देतात आणि झाडे तोडून लाकूड फोडण्यापेक्षा हे काळे दगड शोधणे सोपे जात असणार.

सर्वात प्रथम सुमारे १,००० वर्षांपूर्वी दगडी कोळसा जाळण्यास चीनमध्ये सुरुवात झाली असावी. त्या काळी चीन हा जगातील सर्वात प्रगत देश होता.

त्या काळी चीनमध्ये काय घडत होते हे युरोपमधील लोकांना माहीतही नव्हते. तथापि, १२७५ साली मार्को पोलो नावाचा एक तरुण इटालियन आपल्या कुटुंबाबरोबर आशिया खंड ओलांडून चीनला पोचला. चीन त्या वेळी एका मोठ्या साम्राज्याच्या केंद्रस्थानी होते.

मार्को पोलो अनेक वर्षे तेथे राहिला. युरोपपेक्षा चीन किती मोठा, श्रीमंत व अधिक सुसंस्कृत होता हे पाहून त्याला आश्चर्य वाटले.

मार्को पोलो

अखेर १२९५ साली तो इटलीला परत गेला व ३ वर्षांनंतर त्याच्या चीनमधील अनुभवांचे त्याने एक पुस्तक लिहिले. इतर अनेक गोष्टींबरोबरच, चिनी लोक सरपण म्हणून काळा दगड जाळतात, असेही त्याने वर्णन केले होते.

मार्को पोलोचे पुस्तक अतिशय लोकप्रिय ठरले व युरोपातील अनेक शिकलेल्या लोकांनी ते वाचले. मार्को पोलोने सांगितलेल्या काही गोष्टींवर विश्वास ठेवणे त्यांना कठीण वाटले; पण त्याचे सर्व वर्णन खरे होते हे आता आपल्याला माहीत आहे. त्याच्या काही वाचकांनी काळ्या दगडांबद्दल विचार केला असणार. कदाचित शेकोटीत धगधगणारे काळे दगड पाहिलेल्या कोणीतरी तसे आणखी दगड शोधण्याचे ठरवले असेल.

त्यानंतर काही शतके युरोपमधील लोकांनी आजूबाजूला सापडणारा दगडी कोळसा जाळण्यास सुरुवात केली. युरोपात नेदरलंडमध्ये कोळसा शोधण्यासाठी जमीन खणण्याची कल्पना प्रथम उदयास आली.

हा काही फारसा असामान्य विचार नव्हता. खनिजे मिळवून त्यापासून धातू बनवण्यासाठी आणि किमती रत्ने शोधण्यासाठी जमीन खोदली जातच असे. जमिनीवर जर ज्वालाग्राही काळे दगड मिळत असतील तर जमिनीत कदाचित ते अधिक मोठ्या प्रमाणावर नसतील कशावरून?

नेदरलंडमध्ये ज्यांनी अशी जमीन खणली त्यांना जमिनीखाली दगडी कोळसा मिळालादेखील.

नेदरलंड व इंग्लंड हे दोन देश उत्तर समुद्राच्या दोन्ही बाजूंना समोरासमोर असल्याने या दोन देशांदरम्यान बराच व्यापार होत असे.

नेदरलंडमध्ये काळा दगड जाळला जातो हे इंग्रजांच्या लक्षात आले; आणि आपल्याकडेही असा काळा दगड मिळू शकेल असे

इंग्लंडमधील काही लोकांनाही माहीत होते.

वेल्सचा समावेश केला असता ग्रेट ब्रिटनच्या बेटांचा तीन-पंचमांश भाग व्यापणाऱ्या इंग्लंडसाठी हे निश्चितच महत्त्वाचे होते. इंग्रजांना त्यांच्या भट्ट्यांसाठी, घरे व जहाजांसाठीही लाकडाची गरज होतीच; आणि १६०० सालाच्या सुमारास बरीचशी जंगले नाहीशी झाली होती.

इंग्लंडला परदेशातून लाकूड आणता आले असते, पण ते धोक्याचे होते.

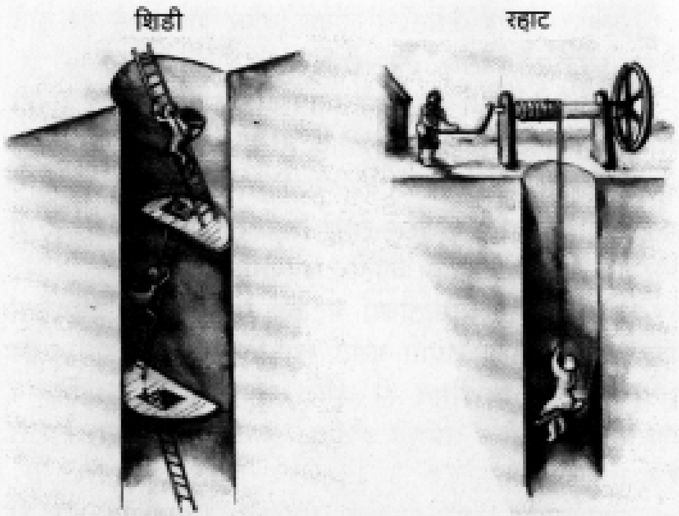
इंग्लंडची सुरक्षितता ते बांधत असलेल्या जहाजांवर अवलंबून होती. स्पेन, फ्रान्स व ऑस्ट्रिया या देशांची लोकसंख्या अधिक होती व तिघांकडेही इंग्लंडपेक्षा बलवान सैन्ये होती. इंग्लंड केवळ बेटावर वसले असल्यानेच हल्ला करून कोणताही देश त्याचा पाडाव करू शकत नव्हता. हल्लेखोरांना समुद्र पार करावा लागणार होता व इंग्लंडची जहाजे त्यांना इंग्लंडवर स्वारी करू देत नव्हती.

इंग्लंडला जर समुद्रापलीकडून येणाऱ्या लाकडावर अवलंबून राहावे लागले आणि शत्रूंनी त्यांचा लाकडाचा पुरवठाच बंद पाडला तर? इंग्रज आरमारावर त्याचा परिणाम होईल व इंग्लंडचा पराभव होईल.

म्हणजेच इंग्लंडला जर आपला लाकडाचा साठा टिकवून ठेवायचा असेल, तर तो काटकसरीने वापरावा लागणार. प्रकाश व उष्णता मिळवण्यासाठी दुसरे एखादे इंधन मिळाले तर लाकडाचा साठा जहाजांसाठी राखून ठेवता येईल.

मग दगडी कोळसा मिळाला तर?

इंग्रजांनी जेव्हा कोळशाचा शोध घ्यायला सुरुवात केली तेव्हा देशाच्या उत्तर भागात त्यांना बराच कोळसा सापडला. लोकांनी तो खोदून काढला आणि उत्तर किनाऱ्यावरील न्यूकॅसल नावाच्या बंदरात तो गाडीतून नेण्यास सुरुवात केली. तेथून जहाजाने



सुरुवातीच्या काळातील कोळशाच्या खाणीत उतरण्याचे मार्ग.

तो लंडनला आणला जात असे.

इंग्लंडला नेमकी कोळशाचीच गरज होती व उत्तर इंग्लंडमधून अधिकाधिक कोळसा खोदून काढून तो न्यूकॅसलहून जहाजाने पाठवला जाऊ लागला.

१६६० सालापर्यंत इंग्लंडमध्ये दरवर्षी २० लाख टन कोळसा काढला जात होता. संपूर्ण जगात काढल्या जाणाऱ्या कोळशापैकी हा ८० टक्क्यांहून अधिक होता.

सुरुवातीला लंडनला आणला जाणारा बहुतेक सर्व कोळसा इंधन म्हणूनच वापरला जात होता. स्वयंपाकासाठी व हिवाळ्यात घरे उबदार ठेवण्यासाठी तो प्रामुख्याने उपयोगी पडत होता. हा डांबरी कोळसा होता व त्यातील डांबराच्या अंशामुळे त्यातून बराच धूर व वासही येत असे. हवेत पसरणाऱ्या धुरातील बारीक कण सर्वत्र पसरल्याने शहर पूर्वीपेक्षा अधिकच घाण दिसू लागले.

अर्थात, टंचाई असताना लाकूड वापरण्यापेक्षा हे बरे होते म्हणून सरकारने याला उत्तेजनच दिले.

अर्थात, नेहमीचा साधा कोळसा तयार करण्यासाठी लाकूडही मोठ्या प्रमाणावर जाळावे लागतच होते, कारण खनिजापासून लोखंड मिळवण्यासाठी साध्या कोळशाची गरजही होतीच. लोखंडाचे अनेक उपयोग होते. कणखर लोखंडाच्या तोफांशिवाय इंग्लंडच्या आरमारातील युद्धनौकांचा काहीच उपयोग नव्हता.

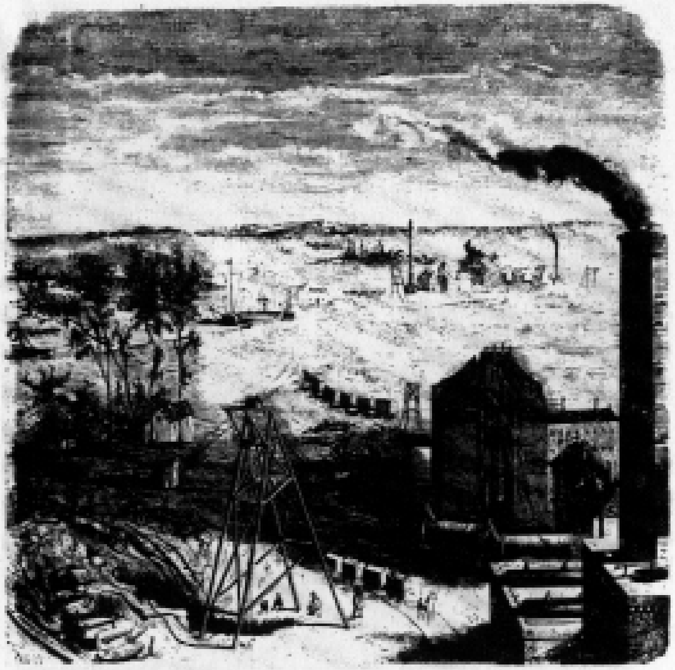
लोखंड बनवण्यासाठीच्या भट्ट्या भरपूर झाडे असणाऱ्या जंगलातच उभाराव्या लागत असत. ज्या ठिकाणी लोखंडाची गरज होती त्या ठिकाणांपासून ही जंगले खूपच दूर होती, शिवाय जंगलेही कमी होऊ लागली होतीच. त्यातील लाकूडही संपुष्टात येऊ लागले होते.

त्याऐवजी दगडी कोळसा वापरता आला तर? दगडी कोळशाचे तुकडे कोठूनही कुठेही नेले जाऊ शकतात, म्हणून जेथे लोखंडाची गरज असेल त्याच ठिकाणी या भट्ट्या उभारता येतील.

पण डांबरी कोळशाचा उपयोग होत नाही, ही यातील खरी अडचण होती. याच्या ज्वलनाने पुरेसे उच्च तापमान मिळत नसे.

तथापि, १६०३ साली ह्यू प्लॅट या इंग्रज गृहस्थाने असा शोध लावला होता, की डांबरी कोळसा, जर त्याला हवा मिळणार नाही अशा तऱ्हेने तापवला, तर त्यातील डांबर बाहेर येते व ते जाळून टाकता येते. त्यातून जे द्रव्य शिल्लक राहते त्याला 'कोक' म्हणतात. कोक म्हणजे केवळ कार्बन, म्हणून तो साध्या कोळशाप्रमाणेच असतो. कोक जाळला असता त्यातून पुरेसे उच्च तापमान मिळते व लोखंडाच्या खनिजापासून शुद्ध लोखंड बनवता येते.

सुरुवातीला कोकचा दर्जा फारसा चांगला नव्हता. चांगला कोक कसा तयार करावा व त्याच्या वापराने लोखंड कसे तयार करावे हे शिकायला बराच काळ जावा लागला. १७०९ साली



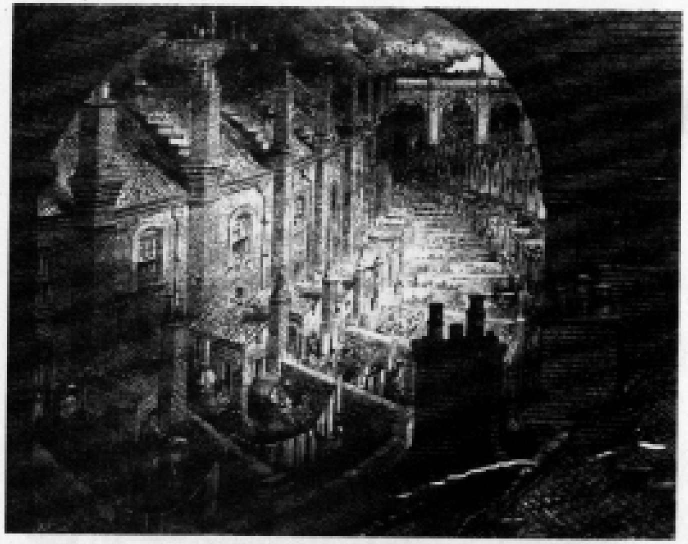
न्यूकॅसल, इंग्लंड (१९व्या शतकातील)

अब्रॅहम डार्बी या इंग्रज गृहस्थाने लोखंड बनवण्यासाठी कोकचा मोठ्या प्रमाणावर उपयोग करण्यास प्रथम सुरुवात केली.

याचा अर्थ, दगडी कोळसा व कोकच्या वापराने इंग्लंडचा लाकूडसाठा वाचला.

दरम्यानच्या काळात दगडी कोळसा व खनिज मिळवण्यासाठी खाणींमध्ये सुधारणा करण्याचे इंग्रजांचे प्रयत्न चालूच होते.

खाणींमध्ये तळाशी पाणी जमत असे. खाणी वापरात राहण्यासाठी हे पाणी पंपाने बाहेर काढावे लागत असे. हे पाणी बाहेर काढण्यासाठी अनेक लोकांची मदत लागत असे किंवा त्यासाठी



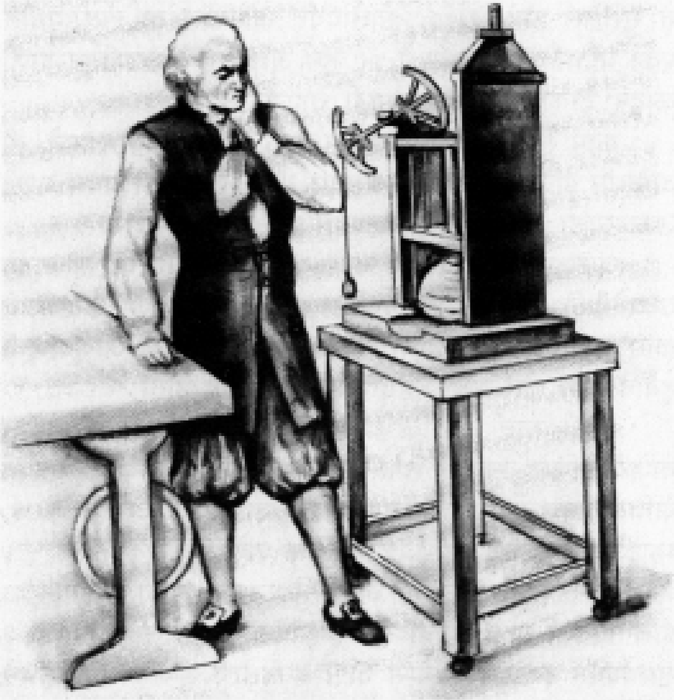
१८९० सालचे प्रदूषित लंडन

पंप वापरावे लागत असत.

या कामासाठी वाफेचा उपयोग करता येईल का? एखाद्या किटलीत पाणी तापवले तर त्याच्या तोटीतून वाफ जोरात बाहेर येते. कदाचित वाफेच्या अशा झोताचा वापर करून खाणीतून पाणी बाहेर फेकले जाऊ शकेल.

अथवा एखाद्या नळीत वाफ भरता येईल. ती नळी नंतर थंड केली तर वाफेचे परत पाणी होईल, पण नळीत काहीच म्हणजे हवादेखील नसेल, म्हणजेच नळीत पोकळी निर्माण होईल. या नळीचे खालचे टोक जर पाण्यात बुडवले, तर ती पोकळी भरून काढण्यासाठी त्यात पाणी शिरेल. अशा प्रकारे खाणीतील पाणी बाहेर काढता येऊ शकेल.

थॉमस सॅव्हरी या इंग्रज गृहस्थाने १६९८ साली खाणीतील



जेम्स वॅट व न्युकोमेनचे इंजिन

पाणी बाहेर काढण्यासाठी एक वाफेचे इंजिन तयार केले. यात उच्च दबावाखालील वाफेचा उपयोग करण्यात आला होता, म्हणून यात स्फोट होण्याची व लोक मृत्युमुखी पडण्याची शक्यता होती.

थॉमस न्युकोमेन हा आणखी एक इंग्रज गृहस्थ सॅव्हरीबरोबर काम करत असे. १७२५ साली त्याने कमी दाबाच्या वाफेवर चालणारे एक यंत्र तयार केले. यानेही काम होत असे, शिवाय ते सुरक्षित होते. १७७८ सालापर्यंत कॉर्नवॉल या इंग्लंडमधील एका प्रांतातच न्युकोमेनची ७० हून अधिक यंत्रे खाणीतून पाणी काढून टाकण्याच्या कामासाठी वापरात होती.

काम सुरू होण्यासाठी प्रथम वाफ तयार करावी लागते, ही वाफेच्या इंजिनातील मुख्य अडचण होती. त्यासाठी प्रथम पाणी उकळायला हवे. पाणी उकळण्यासाठी इंधन लागणार.

जळणासाठी वापरल्या जाणाऱ्या इंधनातून उत्पन्न होणाऱ्या उष्णतेपैकी १/२०० इतकीच उष्णता प्रत्यक्ष पाणी काढण्याचे काम करत असे. बाकीच्या उष्णतेने केवळ यंत्र व आजूबाजूची हवाच गरम होत असे. ही इंधनाची नासाडीच होती.

१७६५ साली जेम्स वॅट या स्कॉटिश इंजिनिअरने एक सुधारित वाफेचे इंजिन बनवले. त्यात न्युकोमेनच्या इंजिनापेक्षा सहापट अधिक उष्णता पाणी खेचण्यासाठी उपयोगात आणली जाई, म्हणजेच हे इंजिन सहा पटीने अधिक परिणामकारक होते.

वॅटने आपल्या इंजिनात अनेक सुधारणा केल्या व न्युकोमेनच्या इंजिनाऐवजी सर्वत्र त्याची इंजिने वापरली जाऊ लागली. १८०० सालापर्यंत इंग्लंडमध्ये जेम्स वॅटने बनवलेली सुमारे ५०० इंजिने कार्यरत होती.

विशेष म्हणजे, दांडे पुढे-मागे हलवून त्यामुळे चाके फिरवण्याचे काम करू शकतील अशी वाफेची इंजिनेही वॅटने बनवली. याचा अर्थ, वाफेची इंजिने फक्त पाणी काढण्यासाठीच उपयोगी पडतील

जेम्स वॅट (१७३६-१८१९)

असे नाही, तर ते सर्व प्रकारची यंत्रसामग्री मानवी शक्तीपेक्षा अधिक गतीने व अधिक काळपर्यंत चालवण्याचे काम आता करू शकत होती.

विशेषत: धागे तयार करून ते यांत्रिक पद्धतीने विणूही शकतील अशा तऱ्हेची यंत्रसामग्री चालविणारी वाफेची इंजिने तयार करण्यात आली. अशा प्रकारे सुती कापड खूप स्वस्तात विणता येऊ लागले. (औद्योगिक क्रांतीची ही खरी सुरुवात होती.)

या वेळपर्यंत इंग्लंडने स्कॉटलंडसह ग्रेट ब्रिटन हा देश स्थापन केला होता. ग्रेट ब्रिटन हा सर्व जगासाठी सुती कापड बनवण्याच्या कारखान्यांचा देश बनला होता. यातून मिळणारा सर्व पैसा कापूस खरेदीसाठी वापरला जात असे. कच्च्या मालाच्या किमतीपेक्षा हे तयार कापड खूपच अधिक किमतीला विकले जात असे म्हणून लवकरच ग्रेट ब्रिटन हा जगातील सर्वात श्रीमंत व शक्तिशाली देश बनला.

अर्थात, वॅटच्या इंजिनातदेखील इंधनाच्या जळणाने निर्माण केलेल्या एकूण उष्णतेपैकी ९० टक्के किंवा त्याहून अधिक उष्णता वायाच जात असे. यासाठी जर लाकूड वापरले असते, तर इंग्लंडमधील जंगले लवकरच संपुष्टात आली असती आणि औद्योगिक क्रांतीला खीळ बसली असती.

तथापि, वाफेची इंजिने दगडी कोळसा वापरत असत आणि इंग्लंडकडे तो भरपूर प्रमाणात उपलब्ध होता. कोळशामुळेच औद्योगिक क्रांती शक्य झाली.

वाफेची इंजिने केवळ खाणीत व कारखान्यातच वापरली जात होती असे नाही. जहाजांवरील वाफेच्या इंजिनांमुळे वल्ह्यांची चाके फिरवली जात. अशी जहाजे वाऱ्याच्या व भरतीच्या विरुद्ध दिशेनेदेखील चालवता येत असत.

अशा तऱ्हेचे वाफेवर चालणारे पहिले जहाज जॉन फिच या

रॉबर्ट फुल्टन (१७६५-१८१५)

अमेरिकन गृहस्थाने १७८७ साली बनवले; पण त्याला या जहाजाद्वारे पैसा मात्र कमावता आला नाही. १८०७ साली रॉबर्ट फुल्टन या अमेरिकन गृहस्थाने बनवलेले जहाज मात्र यशस्वी ठरले. हळूहळू सर्वच व्यापारी जहाजे वाफेवर चालू लागली.

जमिनीवरदेखील चाके फिरवण्यासाठी वाफेच्या इंजिनांचा उपयोग होऊ लागला. एखाद्या मोठ्या कणखर गाडीवर बसवलेल्या वाफेच्या इंजिनामुळे ती ओढण्यासाठी घोडा न जोडतादेखील ती चालू शकत असे. फक्त त्यासाठी ती गुळगुळीत अशा लोखंडी रुळांवर ठेवावी लागत असे, म्हणजे खडबडीत रस्त्याचा तिला अडथळा होत नसे. असे इंजिन म्हणजेच 'लोकोमोटिव्ह' ('स्वत:च चालणारी' या अर्थाच्या लॅटिन शब्दावरून). असे इंजिन माणसांनी अथवा सामानाने भरलेले अनेक डबे लावलेली गाडीही ओढू शकत असे. या प्रकारे लांबलचक गाडी रूळांवरून प्रवास करू शकत असे.

१८१४ साली जॉर्ज स्टीव्हन्सन या इंग्रज इंजिनिअरने अशा प्रकारचे पहिले यशस्वी इंजिन बनवले.

औद्योगिक क्रांतीमुळे जग फार चटकन बदलले; आणि हे सर्व कोळसा जाळून पाण्याची वाफ बनवता आल्यामुळेच शक्य झाले.

५ | कोळशाची सद्य:स्थिती व भवितव्य

औद्योगिक क्रांती सर्वप्रथम इंग्लंडमध्येच झाली. जर्मनी व अमेरिका हे देश एकोणिसाव्या शतकाच्या शेवटी औद्योगिक देश बनले, कारण दोन्ही देशांत कोळशाचे मोठे साठे होते.

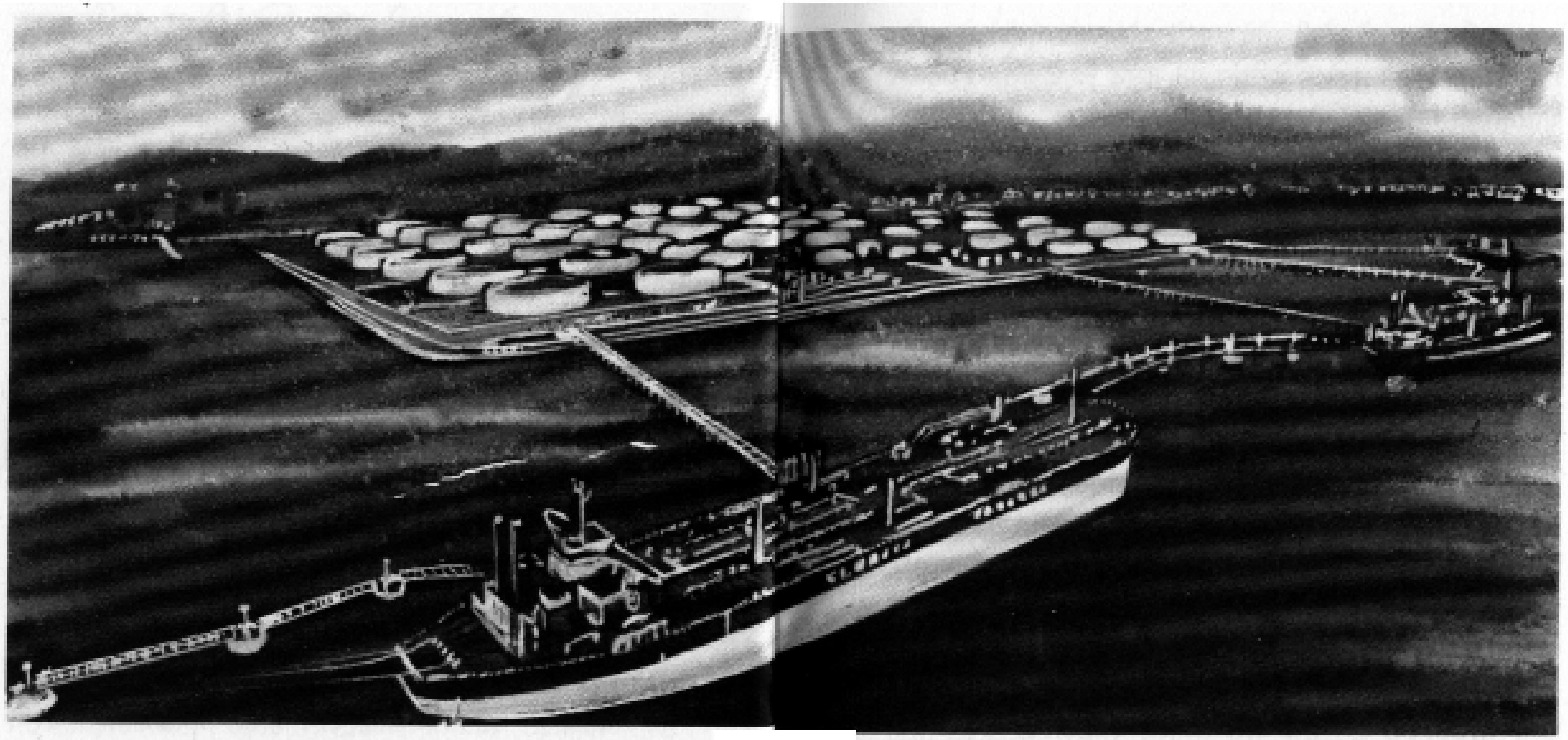
विसाव्या शतकात रशियाच्याही औद्योगीकरणास सुरुवात झाली. त्यांच्याकडेही कोळशाचा भरपूर साठा होता. आता तर इतर कोणत्याही देशापेक्षा रशिया अधिक कोळसा खोदून काढतो.

जगातील अधिकाधिक ठिकाणी जसजशी अधिकाधिक यंत्रसामग्री वापरली जाऊ लागली, तसा अधिक कोळसा खणून काढला जाऊन जाळला जाऊ लागला. आता दरवर्षी सुमारे ३०० कोटी टन कोळसा जगभर जळण म्हणून वापरला जातो.

हे काही फारसे चांगले नव्हते. एक म्हणजे, कोळसा जाळण्याने धूर व सूक्ष्म काळे कण हवेत पसरतात. औद्योगिक देशातील मोठी शहरे याने अधिक घाणेरडी झाली.

अँथ्रसाइट कोळसा जाळल्याने डांबरी कोळशापेक्षा बराच कमी धूर येतो; पण तो सर्वत्र सहज सापडत नाही. डांबरी कोळसा अधिक स्वच्छ प्रकारे जळेल यासाठी त्यावर प्रक्रिया करणे शक्य आहे; पण त्यामुळे तो अधिक महाग होईल.

शिवाय कोळसा मिळवण्यासाठी अधिकाधिक खोल खणत जावे लागते व ते धोकादायक बनते. स्फोटांमुळे खाणीचा काही भाग कोसळल्याने व कोळशाच्या धुळीने फुफ्फुसांचे रोग होऊन खाणीत काम करणारे अनेक लोक मरण पावले. वजनदार कोळसा खाणींपासून वापराच्या ठिकाणापर्यंत वाहून नेणे, तो भट्टीत सारणे व तो पेटवणे हे तसे कठीणच काम होते.



खनिज तेलाचे वहन

एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात द्रव तेलाचा जळणासाठी वापर केला जाऊ लागला. वनस्पती व प्राण्यांपासून मिळणाऱ्या तेलाचा फारसा वापर केला जात नव्हता, कारण ते पुरेसे नव्हतेच. तथापि, जमिनीतून पंपाने तेल बाहेर काढणे शक्य झाले. याला 'पेट्रोलियम' असे नाव देण्यात आले. पेट्रोलियमचे शुद्धीकरण करून त्यापासून केरोसिन, पेट्रोल वगैरे निरनिराळे प्रकार मिळवता येऊ लागले.

खनिज तेल वापरण्याचे अनेक फायदे होते. ते खाणीतून काढावे

लागत नसे. जमिनीत एक खोलवर जाणारे भोक करावे लागे आणि ते जर योग्य ठिकाणी असेल, तर पंपाने त्यातून तेल काढता येत असे. ते मिळवण्यासाठी कोणालाच जमिनीखाली जावे लागत नसे.

शिवाय खनिज तेल एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी नेणेही सोपे होते. जमिनीवरून मोठाल्या मालगाड्यातून कोळसा न्यावा लागतो, त्यापेक्षा हजारो मैल जाणाऱ्या नळातून खनिज तेल पंपाच्या साहाय्याने वाहून नेता येते. समुद्रकिनाऱ्यावर ते तेलवाहू जहाजात भरून समुद्रापलीकडे नेता येते.

भट्टीत तेल ओतणेही सोपे असते. योग्य त्या गतीने ते भट्टीत पंप करता येते. ते चटकन पेटवता येते तसेच त्याचे ज्वलन पटकन थांबवताही येते. त्यातून राखही मागे राहत नाही.

खनिज तेलापासून मिळालेल्या काही घटकांचा उपयोग मोटारी, बस, ट्रक, जहाजे आणि विमाने चालवण्यासाठी होतो. घरे उबदार ठेवण्यासाठी व वाफेची इंजिने चालवण्यासाठी तसेच विजेचे उत्पादन करण्यासाठीही ते वापरता येते.

फक्त कोळसाच करू शकतो असे एकच काम आहे आणि ते म्हणजे खनिज लोखंडापासून शुद्ध लोखंड व पोलाद बनवणे.

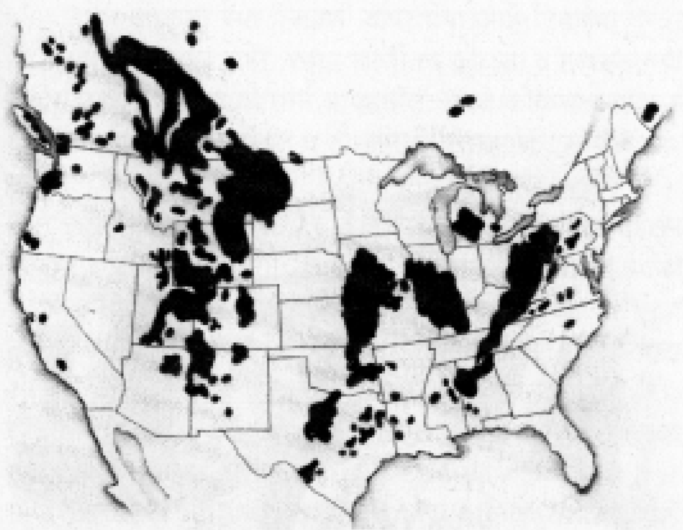
विसाव्या शतकात हळूहळू कोळशाऐवजी इंधन म्हणून खनिज तेलाचा वापर बराच वाढला. १९५० नंतर तर पेट्रोल हे जगातील सर्वात महत्त्वाचे इंधन बनले. १९५० नंतर सर्वच जगाचे झपाट्याने औद्योगीकरण होऊ लागले; आणि हे सर्व खनिज तेलाच्या वापरानेच घडत होते.

अर्थात, खनिज तेलाच्या वापरातही एक अडचण होतीच. जमिनीखाली खनिज तेल कोळशापेक्षा खूपच कमी प्रमाणात होते. खनिज तेल फार काळ पुरणार नाही, ते लवकरच संपुष्टात येईल, असे १९७० च्या सुमारास भासू लागले. १९८० च्या दशकातच, ऊर्जानिर्मितीसाठी पुरेसे खनिज तेल मिळणार नाही, असेच दिसत होते.

विशेषं म्हणजे, बहुतेक सर्व तेलसाठे मध्यपूर्वेतच होते व राजकीय दृष्ट्या तो अतिशय अस्थिर प्रदेश होता. १९७३ पासून तेल उत्पादन करणाऱ्या देशांनी तेलाच्या किमती झपाट्याने वाढवण्यास सुरुवात केली.

आता जग काय करणार?

बहुतेक सर्वच गोष्टींसाठी आपण यंत्रसामग्रीवर अवलंबून असतो. उदाहरणार्थ, औद्योगिक क्रांतीच्या पूर्वीपेक्षा आता आपण अधिक



अमेरिका व कॅनडातील कोळशाची क्षेत्रे

अन्नधान्याचे उत्पादन करतो ते यंत्रांच्या वापराने. वॅटने पहिले वाफेचे इंजिन बनवले त्या काळापेक्षा जगाची लोकसंख्या आता पाच पट आहे.

खनिज तेल संपले व यंत्रे बंद ठेवावी लागली, तर जगातील बहुतेक लोकांना उपासमारीला तोंड द्यावे लागेल. तसे होऊ न देण्याचा एक उपाय म्हणजे कोळशाचा वापर परत सुरू करणे. अनेक शतके पुरेल इतका कोळशाचा साठा आहे.

आपण बरीच प्रगती केली आहे आणि आणखीही प्रगती करतच राहू. खाणीतून कोळसा काढण्यासाठी यंत्रांचा उपयोग करायला आपण शिकलो आहोत. आता थोड्या खाणकामगारांच्या द्वारे आपण अधिक कोळसा खोदू शकतो व तेही अधिक सुरक्षित पद्धतीने.

कोळशाच्या खाणीतील कामगार

तसेच कोळसा ज्या ठिकाणी वापरायचा आहे तितक्या दूरवर तो न्यावाही लागणार नाही. बहुधा खाणीतच कोळसा व हायड्रोजनचा संयोग घडवून आणण्याचे मार्ग सापडतील. त्याने कोळशाचे द्रवरूप इंधनात रूपांतर करता येईल व ते खनिज तेलाप्रमाणेच सोयीचे ठरू शकेल.

तरीही, कोळशाचे काही तोटे आहेतच. कोळसा जमिनीखालून खोदून काढण्याने जमिनीची नासाडी होते व आजूबाजूचे पाणी प्रदूषित होते. याच्या जळणाने निर्माण होणाऱ्या धूर व सूक्ष्म कणांमुळे हवेचे प्रदूषण होते. अर्थात, जमीन परत पूर्वस्थितीला आणता येते व कोळसा शुद्ध करून हवेचे प्रदूषण कमी करता येते; परंतु त्यासाठी बराच वेळ व प्रयत्न करावा लागतो. त्यामुळे कोळशाचा वापर खूपच खर्चिक होईल.

कोळशाचा साठाही मर्यादित आहे. खनिज तेलापेक्षा तो अधिक आहे हे खरे, पण तरी तोही कधीतरी संपुष्टात येईलच. मग पुढे काय?

वास्तविक, जमिनीतून काढता येईल तेवढा सर्व कोळसा जाळणे सुरक्षित असणार नाही. कोळसा म्हणजे प्रामुख्याने कार्बन आहे व त्याचा प्राणवायूशी संयोग झाला की कर्बद्विप्राणील वायू (कार्बन डायॉक्साइड) तयार होतो.

कर्बद्विप्राणील वायू काही धोकादायक नाही. एका दृष्टीने त्याला एक उपयुक्त घटकही मानता येईल. लहान प्रमाणात तो कायमच हवेत असतो. १०,००० पौंड हवेत तो सुमारे ३.५ पौंड इतका असतो. त्याचे थोड्या प्रमाणात हवेत असणेही महत्त्वाचेच आहे. हिरव्या वनस्पती कर्बद्विप्राणील वायूवरच जगतात. सूर्यप्रकाशातील ऊर्जेचा वापर करून कर्बद्विप्राणील वायू, पाणी व खनिजे यांच्यापासून वनस्पतींच्या पेशी तयार होऊन त्यांची वाढ होते.

हिरव्या वनस्पतींसाठी आवश्यक तो कर्बद्विप्राणील वायू कदाचित संपून जाईल. तथापि, प्राणी आपल्या श्वासोच्छ्वासाद्वारे कर्बद्विप्राणील वायू निर्माण करून बाहेर टाकतात. झाडांनी वापरलेल्या कर्बद्विप्राणील वायूची अशा प्रकारे भरपाई केली जाते.

हवेत जर कर्बद्विप्राणील वायू नसता तर वनस्पती, प्राणी व मनुष्यप्राणीही अस्तित्वात नसते.

याचा अर्थ, कोळसा जाळून कर्बद्विप्राणील वायू निर्माण करणे चांगलेच आहे. यामुळे अधिक झाडे वाढतील का?

पण तसे दिसत नाही. वनस्पती जगत वापरू शकेल त्यापेक्षा अधिक गतीने आपण कर्बद्विप्राणील वायू निर्माण करत आहोत. विसाव्या शतकापासून हवेतील कर्बद्विप्राणील वायू वाढत आहे. आता १०,००० पौंड हवेत ३.५ पौंड असे त्याचे प्रमाण आहे. काही वर्षांतच ते १०,००० पौंडात ४ पौंड इतके होईल. ते काही फार अधिक नाही. उदाहरणार्थ, आपल्या श्वासोच्छ्वासाला त्याचा त्रास होणार नाही. पण त्यातही एक गोम आहेच.

पृथ्वीवर पोहोचताना सूर्यप्रकाश वातावरणातून येतो व त्यापासून पृथ्वीला उष्णता मिळते. सूर्याकडून मिळालेली उष्णता पृथ्वी रात्री अंतराळात परत सोडते. अशा प्रकारे पृथ्वीचे सरासरी तापमान कायम राहते. दिवसा मिळालेली उष्णता रात्री बाहेर टाकली जाते.

पृथ्वी ही उष्णता अवरक्त किरणांच्या (इन्फ्रारेड) स्वरूपात बाहेर टाकते. प्रकाशाप्रमाणेच असणाऱ्या या लहरींची लांबी प्रकाशाहून अधिक असते. हवेतील कर्बद्विप्राणील वायूत या अवरक्त लहरी शोषून घेतल्या जातात. (नेहमीच्या प्रकाशाच्या लहान लांबीच्या लहरी अशा प्रकारे शोषल्या जात नाहीत). अवरक्त लहरी पकडल्या जाणे याचाच अर्थ, हवेत कर्बद्विप्राणील वायू नसताना असेल त्याहून पृथ्वी अधिक उष्ण असेल.

हवेतील कर्बद्विप्राणील वायूचे प्रमाण थोडेसे जरी वाढले, तरी

अधिक अवरक्त किरण शोषले जाऊन पृथ्वीचे सरासरी तापमान वाढते. ते काही खूप वाढत नाही, पण त्यामुळे पृथ्वीवरील हवामान बदलले जाण्याइतका परिणाम होतोच.

हवामानात काय बदल घडतील व त्यामुळे कितपत नुकसान होईल याचा अंदाज करण्याचा शास्त्रज्ञांचा सध्या प्रयत्न चालू आहे. जर कर्बद्विप्राणील वायू निर्माण करणे थांबवण्याची गरज असेल, तर कोळशाच्या वापराऐवजी यंत्रसामग्री चालवण्यासाठी इतर मार्गांचा अवलंब करावा लागेल.

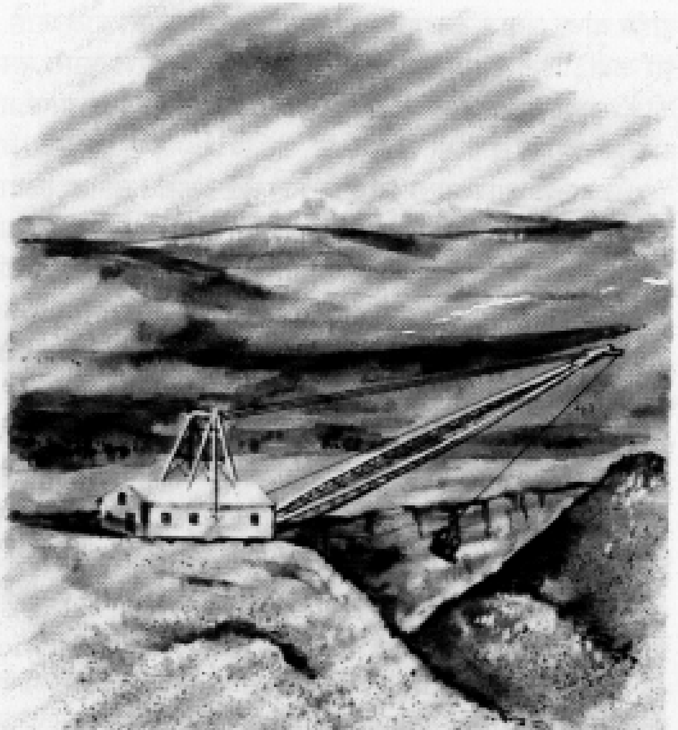
कदाचित आपल्याला हायड्रोजनचे ज्वलन करावे लागेल. किंवा वीज उत्पादनासाठी वारा व वाहते पाणी यांचा उपयोग करावा लागेल. अणुऊर्जेचा वापरही वाढवावा लागेल. अथवा सौरऊर्जा वापरावी लागेल.

हे काही अशक्य नाही, पण त्यासाठी प्रयत्न करावे लागतील आणि त्याला वेळ लागेल.

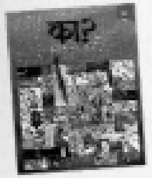
आपल्याला कोळशाचा वापर थांबवावा लागेल अशी वेळ जरी आली, तरीही औद्योगिक क्रांती कोळशामुळेच शक्य झाली हे आपण लक्षात ठेवले पाहिजे. कोळशामुळेच नवे शोध लावून व नवी यंत्रसामग्री निर्माण केल्यानेच आधुनिक जग अस्तित्वात आले.

कोळशामुळे अधिक लोकांसाठी अन्न उत्पादन करता आले व त्यांचे आयुष्य सुखावह होऊ शकले.

आणि हे सर्व फक्त गेल्या तीनशे वर्षांतच घडले. त्यापूर्वीच्या काळात कोळसा म्हणजे केवळ एक प्रकारचा काळ्या रंगाचा दगड होता आणि त्याच्या अस्तित्वाकडे कोणाचेही लक्ष नव्हते.

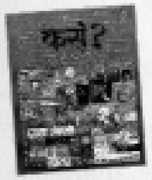


शिकायची आणि शिकवायची आवड असणाऱ्या
प्रत्येकासाठी तसेच मुलांचे कौशल्य वाढविणारी
मनोविकास प्रकाशनची पुस्तकं



का ?
विज्ञानाचा
समृद्ध खजिना
डॉ. बाळ फोंडके
मूल्य : ₹ ८०

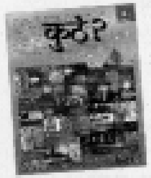
काय ?
विज्ञानाचा
समृद्ध खजिना
डॉ. बाळ फोंडके
मूल्य : ₹ ८०



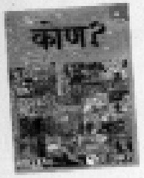
कसं ?
विज्ञानाचा
समृद्ध खजिना
डॉ. बाळ फोंडके
मूल्य : ₹ ८०

केव्हा ?
विज्ञानाचा
समृद्ध खजिना
डॉ. बाळ फोंडके
मूल्य : ₹ ८०

किती ?
विज्ञानाचा
समृद्ध खजिना
डॉ. बाळ फोंडके
मूल्य : ₹ ८०



कुठं ?
विज्ञानाचा
समृद्ध खजिना
डॉ. बाळ फोंडके
मूल्य : ₹ ८०



कोण ?
विज्ञानाचा
समृद्ध खजिना
डॉ. बाळ फोंडके
मूल्य : ₹ ८०

उद्योगी व्हा
अरविंद गुप्ता
अनु. हृषीकेश गुप्ते
मूल्य : ₹ १२०